

INFLUENCE CHEZ LE LAPIN ADULTE DE L'ORIGINE ET DU TAUX  
DE LIGNINE ALIMENTAIRE SUR LA DIGESTIBILITE DE LA RATION  
ET L'IMPORTANCE DE LA CAECOTROPHIE

L. FALCAO E CUNHA (1) et F. LEBAS (2)

(1) Instituto Superior de Agronomia - Tapada da Ajuda  
1399 LISBOA CODEX - PORTUGAL

(2) I.N.R.A. - Laboratoire de Recherches sur l'Elevage du Lapin  
B.P. 27  
31326 CASTANET TOLOSAN CEDEX - FRANCE

RESUME

Au total, 6 aliments isoazotés, isocellulosiques et isohémicellulosiques ont été formulés pour contenir 4, 8 ou 12 % de lignine provenant soit de peaux de tomate, soit de marc de raisin. Chaque aliment a été distribué à 7 lapins adultes sous forme de pâtée (40 % d'eau) pendant une durée limitée à 2 heures par jour. Les collectes nécessaires au calcul des coefficients de digestibilité (CUD) ont été réalisées pendant 9 jours consécutifs.

L'accroissement du taux de lignine entraîne une réduction très significative de la digestibilité des protéines brutes, quelque soit l'origine de la lignine (- 0,9 point de CUD pour + 1 % de lignine). Par contre, il est accompagné d'une élévation du CUDa des constituants membranaires séparés selon la méthode de VAN SOEST. Cet accroissement parallèle est plus marqué, dans le cas de la cellulose VS, avec les peaux de tomate : CUD de 35 - 40 et 55, qu'avec le marc de raisin : CUD de 35 - 35 et 40 pour les taux de 4, 8 et 12 % de lignine respectivement.

La mesure des caecotrophes émis lors de 4 contrôles de 24 heures espacés de 6 jours, n'indique pas de variation simple de la proportion de nutriments recyclés sous forme de caecotrophes en fonction du taux de lignine. Avec les 3 aliments à base de peaux de tomate, les caecotrophes représentent en moyenne 23 % de la matière sèche et 45 % des protéines ingérées sous forme d'aliment ; avec le marc de raisin ces chiffres sont de 17 % et 33 % respectivement.

## INTRODUCTION

L'utilisation dans l'alimentation des lapins, de matières premières riches en lignine, peut poser la question de l'influence de cet élément végétal sur l'efficacité de la digestion. En effet, si le marc de raisin ou les peaux de tomate peuvent être utilisés dans l'alimentation des lapins (PARIGI-BINI et CHIERICATO, 1980 ; BATTAGLINI et COSTANTINI, 1978), ces produits contiennent à l'analyse des teneurs très élevées en lignine. Or, ce polyphénol peut avoir des effets inhibiteurs sur les fermentations digestives (AKIN, 1982 ; JUNG et FAHEY, 1983a), tout en formant une barrière physique limitant l'attaque microbienne des parois végétales (AKIN et al., 1974 ; JUNG et FAHEY, 1983b). Il nous est donc apparu intéressant de mesurer l'influence de taux croissants de lignine, d'une part sur la digestibilité de la ration et d'autre part sur l'importance quantitative de la caecotrophie. Pour cela, à partir de marc de raisin et de peaux de tomate, nous avons formulé des aliments isoazotés et contenant des proportions comparables de cellulose et d'hémicellulose, mais dont le taux de lignine varie de 4 à 12 %.

## MATERIEL ET METHODES

### 1. Les aliments

Au total, 6 aliments devant avoir des teneurs de 4 - 8 ou 12 % de lignine ont été formulés en utilisant un marc de raisin contenant 48,2 % de lignine VAN SOEST et des peaux de tomate en contenant 27,7 %.

La composition chimique de ces deux matières premières figure au tableau 1. La composition centésimale et chimique des 6 aliments expérimentaux figure au tableau 2. Les aliments ont été présentés aux animaux sous forme d'une pâtée contenant 40 % d'eau et 60 % d'aliment, et fabriqués chaque jour juste avant la distribution.

### 2. Les animaux et contrôles

Au total, 42 lapins mâles adultes, de race Néozélandaise ont été répartis au hasard entre les 6 lots expérimentaux. Ils pesaient en moyenne  $2833 \pm 132$  g au moment des collectes de digestibilité. Les 7 sujets de chaque lot ont été logés dans des cages individuelles permettant la mesure de la consommation alimentaire et la collecte totale des fèces.

Les animaux étaient habitués depuis au moins deux mois à une alimentation sous forme de pâtée distribuée chaque jour pendant une durée limitée de 2 heures. Les collectes nécessaires à la digestibilité ont été effectuées pendant 9 jours consécutifs après une période de deux semaines d'accoutumance aux aliments expérimentaux.

A l'issue de cette première période expérimentale, la production de caecotrophes a été mesurée 4 fois pendant 24 heures, à 6 jours d'inter-  
valle, sur 6 des 7 lapins de chaque lot. Les crottes dures et les caecotrophes ont été séparés manuellement, pesés et analysés.

TABLEAU 1 : COMPOSITION CHIMIQUE DU MARC DE RAISIN ET DES PEAUX DE TOMATE  
UTILISES POUR L'EXPERIMENTATION

TENEUR	PEAU DE TOMATE	MARC DE RAISIN
Matière sèche	90,9	87,2
% MS		
Protéines brutes	18,1	11,0
Cendres	3,8	8,8
NDF	62,4	76,0
ADF	51,9	66,9
Lignine	27,7	48,2

TABLEAU 2 : COMPOSITION CENTESIMALE ET COMPOSITION CHIMIQUE  
DES 6 ALIMENTS EXPERIMENTAUX

SOURCE DE LIGNINE	PEAU DE TOMATE			MARC DE RAISIN		
	4	8	12	4	8	12
Taux de lignine						
<u>Composants %</u>						
- Maïs	27,80	31,23	34,65	41,65	35,40	30,15
- Tourteau de soja	13,00	7,50	2,00	18,60	16,80	15,00
- Avoine	28,00	16,12	4,25	-	-	-
- Luzerne déshydratée	30,00	24,50	19,00	-	-	-
- Peaux de tomate	0,20	14,10	28,00	-	-	-
- Tourteau de tournesol	-	5,55	11,10	-	-	-
- Paille de blé	-	-	-	23,45	21,30	19,20
- Marc de raisin	-	-	-	1,80	9,00	16,45
- Son de blé	-	-	-	12,50	15,50	17,20
- Minéraux et vitamines	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00
<u>Composition chimique (% MS)</u>						
- Matière sèche	87,6	86,7	87,3	86,7	87,5	87,4
- Cendres	7,6	6,5	5,6	6,6	7,3	7,4
- Matière organique	92,4	93,5	94,4	93,4	92,7	92,6
- Protéines brutes	15,4	15,9	15,3	15,4	14,7	15,4
- Cellulose brute (Weende)	15,3	19,2	21,8	14,7	16,7	18,4
- NDF (Van Soest)	33,3	36,3	39,9	33,3	36,1	43,3
- ADF (Van Soest)	20,5	25,2	29,4	21,2	24,3	29,0
- Hémicellulose VS (NDF-ADF)	12,8	11,1	10,4	12,1	11,8	14,3
- Cellulose VS (ADF-lignine)	16,9	17,0	17,3	17,5	16,7	17,2
- Lignine (Van Soest)	3,6	8,2	12,1	3,7	7,6	11,8

### 3. Analyses chimiques et mathématiques

Les échantillons d'aliment, de fèces et de caecotrophes ont été analysés selon les méthodes classiques pour la matière sèche (104 ° C - 24 h), les cendres (550° C - 12 h), l'azote (Micro Kjeldhal), la cellulose brute (méthode de WEENDE). Les constituants membranaires ont été séparés par la méthode de VAN SOEST décrite par ROBERTSON et VAN SOEST (1981). En particulier, le terme lignine utilisé dans l'ensemble des résultats, correspond au résidu obtenu après détermination de ADF, traitement à l'acide sulfurique 72 % et déduction des cendres résiduelles. Dans le texte, la cellulose VS correspond à la différence ADF moins lignine et l'hémicellulose VS correspond à la différence NDF moins ADF.

Les résultats ont été analysés au plan statistique en utilisant une analyse de variance à deux facteurs contrôlés avec interaction. Les moyennes des 6 traitements ont été comparées entre elles par la méthode SCHEFFÉ quand nécessaire.

## RESULTATS

### 1. Digestibilité des aliments (tableau 3)

Les deux types d'aliment (tomate ou raisin) ont une digestibilité comparable pour l'ensemble des CUD étudiés, à l'exception du CUDa de la cellulose VS. Cette dernière est plus digestible dans les aliments contenant des peaux de tomate que dans ceux contenant du marc de raisin : 43,3 vs 37,1 % en moyenne.

Cette différence est attribuable plus à la composition des régimes de base utilisés pour les deux types d'aliment qu'à la nature de la source de lignine. En effet, pour les trois aliments contenant la peau de tomate, la cellulose est fournie principalement par la luzerne (40 à 70 %), alors que pour les trois aliments "marc de raisin", elle provient essentiellement de la paille (60 à 75 %).

L'accroissement de 4 à 12 % du taux de lignine réduit significativement la digestibilité de la matière sèche (de 70,1 à 67,2 %), de la matière organique (de 71,7 à 68,4 %) et surtout de l'azote (de 80,3 à 73,0 %). Le CUDa de la cellulose brute n'est pas modifié de manière significative. Par contre, la digestibilité apparente des constituants membranaires séparés par la méthode de VAN SOEST, est accrue avec le taux de lignine : elle passe de 30,8 à 41,6 % pour l'hémicellulose VS, de 35,2 à 47,7 % pour la cellulose VS et de 6,3 à 19,1 % pour la lignine, pour une augmentation de 4 à 12 % du taux de lignine.

Compte tenu des teneurs en constituants membranaires totaux (NDF) des aliments et de l'effet favorable du taux de lignine sur le CUDa de NDF (30,5 et 37,8 pour les taux de 4 et 12 % de lignine), nous constatons que la réduction de digestibilité de la matière organique est entièrement expliquée par celle de la fraction azotée et la différence de concentration en NDF digestible.

TABLEAU 3 : COEFFICIENT DE DIGESTIBILITE OBSERVES POUR LES 6 ALIMENTS  
EXPERIMENTAUX, (MOYENNES ET ECART TYPE DE LA MOYENNE).

SOURCE LIGNINE	PEAU TOMATE			MARC RAISIN			EFFETS STATISTIQUES (F) DE LA LIGNINE		
	Taux de lignine	4	8	12	4	8	12	Source	Taux
Matière sèche	70,2 3,4	67,3 4,0	68,7 4,2	69,9 1,9	66,7 2,8	65,6 3,0	2,5 NS	3,6 *	<1
Matière organique	71,9 3,0	68,6 4,0	69,7 4,2	71,4 1,7	68,2 2,7	67,0 2,8	1,5 NS	4,9 *	<1
Matières azotées	79,5 3,7	75,4 3,4	73,1 4,1	81,1 4,5	74,3 2,7	72,8 3,4	<1	14,9 ***	<1
NDF	30,9 7,8	31,4 6,1	38,9 7,1	30,1 4,3	29,4 6,0	36,6 5,4	<1	6,4 **	<1
Hemicellulose VS	35,8 6,1	30,1 9,5	41,1 10,0	25,8 6,4	27,9 9,0	42,0 6,1	2,3 NS	9,9 **	1,7 NS
Cellulose VS	34,7 6,4	40,1 4,7	55,2 5,3	35,7 7,2	35,3 5,4	40,2 5,4	12,1 **	18,1 ***	6,8 **
Lignine VS	3,2 25,6	14,9 6,8	13,5 9,9	9,3 8,0	18,5 6,2	24,7 5,6	3,1 NS	4,0 *	<1
Cellulose brute	27,5 6,3	27,7 8,1	29,3 8,7	24,9 7,3	30,3 5,6	33,3 7,5	<1	1,7 NS	<1

NS : non significatif ; \* :  $P < 0,05$  ; \*\* :  $P < 0,01$  ; \*\*\* :  $P < 0,001$ .

En effet, le calcul nous indique un CUDa estimé de 99,7 % pour les constituants cytoplasmiques non azotés, dans les aliments à faible taux de lignine, alors que ce CUDa estimé est de 101,3 % dans le cas des aliments à taux élevé. Nous pouvons considérer ces deux estimations comme comparables et indiquant une digestibilité totale des constituants cytoplasmiques non azotés (amidon, sucres, lipides, ...).

## 2. Importance de la caecotrophie (tableau 4)

La pratique de la caecotrophie permet aux lapins d'accroître leur ingéré réel de matière sèche d'environ 20 %. Cet accroissement est significativement plus élevé pour les aliments à base de peaux de tomate que pour ceux à base de peaux de raisin (tableau 4). Pour l'azote, il représente 45 % de l'ingéré alimentaire avec les peaux de tomate, contre 33 % seulement avec les aliments à base de marc de raisin. L'écart d'apport par la caecotrophie est faible (non significatif) entre les deux types d'aliments pour l'hémicellulose.

Si l'importance du recyclage de nutriments via la caecotrophie est très dépendante du type d'aliment, il n'est pas influencé par le taux de lignine de manière univoque. En effet, pour l'apport de protéines et de cellulose VS, nous enregistrons une interaction significative entre le type d'aliment et le taux de lignine. Cela signifie que la quantité de protéines recyclées/protéines alimentaire s'accroît de 39 à 55 % avec l'élévation du taux de lignine dans les aliments tomate alors qu'elle décroît de 35 à 28 % dans les aliments à base de marc de raisin. Des variations de sens inverse sont observées par la cellulose VS. Pour les autres nutriments, le taux de lignine n'a pas d'effet significatif sur leur part recyclée via la caecotrophie.

## DISCUSSION

La teneur en lignine de marc de raisin utilisé dans notre essai s'avère nettement plus élevée que celle rapportée par la littérature : 48,2 % contre 35,2 % selon le NRC (1978), par exemple. Il en est de même pour la teneur en lignine des peaux de tomate ; 27,7 % dans notre cas contre 11,4 % selon le NRC (1978). Il peut certes s'agir d'une différence de nature des matières premières désignées sous le même vocable ; mais il est fortement probable que l'écart de teneur provienne en grande partie de la méthode de dosage, bien que tous les auteurs fassent référence à la même technique de base (de GOERING et VAN SOEST). Toutefois, sur l'ensemble de notre essai, la même méthode a été appliquée à tous les échantillons ; par exemple, les teneurs analytiques des 6 aliments correspondent exactement aux teneurs calculées d'après les analyses de lignine réalisées sur les matières premières. Ceci exclu donc les artefacts liés à une matière première particulière. En outre, les dosages de lignine réalisés sur les autres matières premières des régimes (luzerne, paille, tourteau de soja, maïs, son de blé...) fournissent des valeurs équivalentes à celles de la littérature. Notre méthode de dosage est en tout cas assez fidèle pour nous permettre d'affirmer que le taux de lignine s'est bien accru dans les aliments avec le taux d'incorporation du marc de raisin ou de peau de tomate.

TABLEAU 4 : NUTRIMENTS INGERES CHAQUE JOUR SOUS FORME DE CAECOTROPHES

EXPRIMES EN POURCENTAGE DES NUTRIMENTS INGERES SOUS FORME D'ALIMENT

(MOYENNE ET ECART TYPE)

SOURCE LIGNINE	PEAU TOMATE			MARC RAISIN			EFFETS STATISTIQUES (F) DE LA LIGNINE		
	4	8	12	4	8	12	Source	Taux	S x T
Matière sèche	20,7 3,9	22,8 9,3	26,3 3,9	17,6 4,8	18,8 3,7	15,3 4,6	11,25 **	<1	1,98 NS
Matière organique	19,7 3,7	20,0 6,8	25,3 3,7	16,7 4,5	17,9 3,4	14,7 4,4	11,40 **	<1	1,97 NS
Protéines brutes	39,1 <sup>bc</sup> 8,9	40,9 <sup>c</sup> 16,0	55,1 <sup>d</sup> 8,4	34,8 <sup>b</sup> 8,8	36,1 <sup>b</sup> 8,3	27,5 <sup>a</sup> 9,8	12,40 **	<1	4,89 *
NDF	25,9 5,8	26,3 14,8	27,1 4,0	21,7 6,2	25,2 5,3	17,4 5,1	3,7 TS	<1	<1
Hemicellulose VS	23,8 6,3	25,4 15,2	23,4 3,4	21,4 5,7	28,2 7,0	16,4 6,0	<1	2,20 NS	1,09 NS
Cellulose VS	25,0 6,4	24,4 13,0	21,7 5,0	19,4 5,8	20,3 3,9	15,4 3,7	5,15 *	1,14 NS	7,84 **
Lignine VS	37,6 5,6	35,3 15,5	38,2 7,5	33,5 10,3	31,3 7,5	21,7 6,8	6,73 *	1,07 NS	1,72 NS
Cellulose brute	27,5 5,0	29,4 14,0	31,4 5,1	23,3 6,7	24,0 4,9	18,7 4,9	8,76 **	<1	1,14 NS

NS ; \* ; \*\* : voir tableau 3. TS :  $P < 0,10$ .

L'accroissement du taux lignine entraîne une réduction de la digestibilité des matières azotées quelque soit l'origine de cette lignine. Ceci est en accord avec les travaux de PARIGI-BINI et CHIERICATO (1980) et ceux de BATTAGLINI et COSTANTINI (1978). Par contre, LENZ et SCHURCH (1967) n'observent pas de modification du CUDa de l'azote lorsqu'ils ajoutent à la ration 2 % de lignine extraite du bois. Comme par ailleurs, l'accroissement du taux de lignine s'accompagne d'une amélioration de la digestibilité de différents constituants membranaires, nous pouvons exclure un effet néfaste des deux sources de lignine employées sur l'activité microbienne dans le caecum. En outre, nous avons calculé que les constituants cytoplasmiques non azotés ont une digestibilité équivalente à 100 %, quelque soit le taux de lignine. Il n'y a donc pas d'effet "de barrière" vis à vis des constituants internes de cellules végétales. L'effet négatif de la lignine semble donc spécifique de la fraction azotée. Or, nous savons que le dosage de la lignine par la méthode de VAN SOEST (ROBERTSON et VAN SOEST, 1981) peut inclure dans le même résidu la lignine vraie, des tannins et de la cutine. Effectivement, les tannins sont présents en quantité non négligeable dans les peaux de tomate ou de raisin. Nous pouvons donc faire l'hypothèse que la réduction de digestibilité de l'azote est due à un "tannage" partiel des protéines présentes dans la ration et que ce tannage réduit l'efficacité de protéolyse des bactéries caecales.

Si une telle hypothèse est correcte, on devrait observer une variation de la proportion d'azote recyclée via la caecotrophie en fonction du taux de lignine. Or, si nous observons des variations, elles sont de sens inverse en fonction de la nature du régime alimentaire. L'hypothèse d'un tannage nous semble donc difficile à retenir. En marge des effets de la lignine, nous devons souligner que la caecotrophie peut permettre aux lapins d'accroître la quantité de matières azotées entrant dans l'estomac d'environ 50 % par rapport aux quantités déduites du simple contrôle de l'ingestion alimentaire.

En conclusion de ce travail, il nous semble important de retenir que l'accroissement du taux de lignine semble bien réduire la digestibilité de la fraction azotée de la ration d'environ - 0,9 points de CUD pour un accroissement de 1 % du taux dans l'aliment. Par contre, l'accroissement du taux de lignine dans l'aliment ne s'accompagne pas nécessairement d'une réduction de la digestibilité des autres constituants membranaires (hémicellulose et cellulose).

#### REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier pour leur collaboration les membres de l'équipe de statistique de Mr MEXIA et tout particulièrement Mme Alice BARRETO RAMOS.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AKIN D.E., 1982. Microbial breakdown of feed in the digestive tract. In "Nutritional limits to animal production from pasture". J.B. HACKER éd., C.A.B. Symposium, août 1981, Ste Lucie, Australie.
- AKIN D.E., BURKICK D., MICHAELS G.E., 1974. Rumen bacterial inter-relationship with plant tissue during degradation revealed by transmission electron microscopy. Applied. Microbiol., 57, 1149-1156.
- BATTAGLINI M., COSTANTINI F., 1978. Residui della lavorazione industriale del pomodoro nelle diete per coniglio in accrescimento., Conigliicoltura, 15 (10), 19-22.
- JUNG H.G., FAHEY G.C., 1983a. Inhibitory effects of phenolic monomers on fermentation of structural carbohydrates by rumen microorganisms. J. anim. Sci., 57, 287-288.
- JUNG H.G., FAHEY G.C., 1983b. Effects of ruminant digestion and metabolism on phenolic monomers to forages. Br. J. Nutr., 50, 637-651.
- LENZ F.J., SCHURCH A., 1967. Über das Verhalten von Lignin im Verdauungstrakt des Kaninchens. Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelk., 22, 236-241.
- N.R.C., 1978. Nutrient requirements of Dairy cattle. NAS-NRC ed. Washington.
- PARIGI-BINI R., CHIERICATO G.M., 1980. Utilization of grape marc by growing rabbits. Mémoire 2ème Congrès Mondial de Cuniculture, Barcelone, Avril 1980, Vol. II, 204-213.
- ROBERTSON J.B., VAN SOEST P.J., 1981. The detergent system of analysis and its application to human food. In JAMES W.P.T. et THEANDER O. "The analysis of Dietary fiber in food", Marcell Dekker éd., New-York, pp. 123-158.